



北海道公立大学法人  
**札幌医科大学**  
Sapporo Medical University

## 札幌医科大学学術機関リポジトリ *ikor*

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title	椅子からの立ち上がり動作分析-運動学及び運動力学的分析-
Author(s)	小島, 悟;田中, 敏明;橋本, 伸也;武田, 秀勝;中島, 康博
Citation	札幌医科大学保健医療学部紀要,第 1 号: 37-41
Issue Date	1997 年
DOI	10.15114/bshs.1.37
Doc URL	<a href="http://ir.cc.sapmed.ac.jp/dspace/handle/123456789/6598">http://ir.cc.sapmed.ac.jp/dspace/handle/123456789/6598</a>
Type	Journal Article
Additional Information	
File Information	n13449192137.pdf

- ・コンテンツの著作権は、執筆者、出版社等が有します。
- ・利用については、著作権法に規定されている私的使用や引用等の範囲内で行ってください。
- ・著作権法に規定されている私的使用や引用等の範囲を越える利用を行う場合には、著作権者の許諾を得てください。

## 椅子からの立ち上がり動作分析 －運動学及び運動力学的分析－

小島 悟<sup>1</sup>，田中敏明<sup>1</sup>，橋本伸也<sup>1</sup>，武田秀勝<sup>1</sup>，中島康博<sup>2</sup>

札幌医科大学保健医療学部理学療法学科<sup>1</sup>

北海道立工業試験場<sup>2</sup>

### 要 旨

健常者10名を対象に椅子からの立ち上がり動作の運動学及び運動力学的分析を行った。

椅子からの立ち上がり動作は、その動作の特性から2相に分けることができた。第1相は、身体を屈曲させて身体重心を前方へ移動させる局面であり、第2相は、支持基底面内でバランスを保ちながら身体を伸展させて身体重心を上方へ移動する局面であった。このことから、椅子からの立ち上がり動作の指導の際身体重心を支持基底面内にしっかりと移動させてから立ち上がらせる必要性が示唆された。

<索引用語> 立ち上がり動作、運動学的分析、運動力学的分析

### 緒 言

椅子から立ち上がるという動作は、日常生活で頻繁に行われる動作である。しかしこの動作は、高齢者や下肢に障害を有する者にとって困難さを訴えることが多い。よって、理学療法領域における運動機能の評価、運動療法場面によく用いられる動作課題であり、その動作の解明が必要とされている。

身体動作を分析する場合、運動学および運動力学的な視点から分析するのが一般的である。前者は物体の動きを幾何学的に分析する方法であり、VTR、電気角度計、三次元動作解析装置などの機器を用いる。後者は、物体に働く力を分析する方法であり、加速度計、床反力計、圧センサなどを用いる。そして、これらの視点から身体運動を総合的に分析できる。

過去に椅子からの立ち上がり動作を分析した報告は幾つかある。しかしこれらは、運動学的分析<sup>1, 2)</sup>もしくは運動力学的分析<sup>3-5)</sup>からのみ報告したものであり、総合的な視点から分析をした報告は少ない。

そこで本研究は、椅子からの立ち上がり動作を運動学および運動力学的に分析し、かつ理学療法における基本動作獲得のための方法について考察することを目的とした。

### 対象と方法

#### 対象

被検者は、骨関節系及び神経筋系に問題のない健常男性10名とした。被検者の平均年齢は23.2歳、平均身長は168.7cm、平均体重は60.1kgであった。

#### 方法

椅子からの立ち上がり動作中の身体各部位の角度変化を、赤外線反射マーカによる3次元動作解析装置（MP Japan社製）を用いて測定した。サンプリング周波数は、50Hzに設定した。赤外線反射マーカは、肩峰、大転子、膝関節裂隙、脛骨外果直下足底面、第五中足骨頭の5箇所につけた。また、動作中の床反力および荷重中心軌跡を測定するために、床反力計（Bertec社製）を用いた。床反力計のサンプリング周波数は、50Hzとし三次元動作解析装置と同期させた。

椅子の座面の高さは、各被検者の下腿長に設定し、股・膝・足関節は90°、及び両足部間は30cmの肢位から動作を開始した。椅子からの立ち上がり動作は3回施行し、その平均値を求めた。なお、各被検者には普通の速さで椅子から立ち上がるように指示を与えた。

## 分析項目

以下に示す項目について、定性的および定量的分析を行った。

## (1) 時間分析

椅子からの立ち上がりに要した時間を求めた。

## (2) 運動学的分析

関節角度は、矢状面における股、膝、足関節角度の経時的变化とその時の最大屈曲角度について分析した。股関節角度は肩峰、大転子、膝関節裂隙につけたマーカーが成す角度、膝関節角度は大転子、膝関節裂隙、脛骨外果直下足底面につけたマーカーが成す角度、足関節角度は膝関節裂隙、脛骨外果直下足底面、第五中足骨頭につけたマーカーが成す角度と定義した (Fig. 1)。

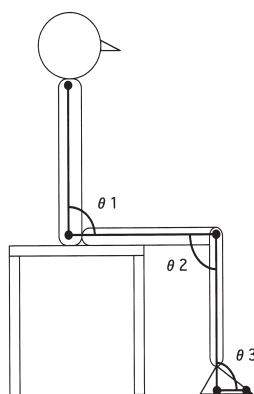


FIGURE 1. Angles among three joints.  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  and  $\theta_3$  indicate hip, knee and ankle angle, respectively.

## (3) 運動力学的分析

床反力は、垂直成分と前後成分床反力値の経時的变化について分析を行った。

荷重中心軌跡は、経時的变化と総軌跡長、前後左右方向の最大振幅とその比（以下前後／左右比）について分析した。

## 結 果

## (1) 時間分析

椅子からの立ち上がりに要した時間は、 $1.78 \pm 0.28$ sec. (平均値  $\pm$  S.D.) であった (Table 1)。

TABLE 1. Time data while rising from a chair.

	Our	Alexander	Nuzik
Total time taken for the rise (sec.)	$1.78 \pm 0.28$	$1.56 \pm 0.31$	$1.8 \pm 0.3$

## (2) 運動学的分析

股、膝、足関節の角度変化は、一定のパターンを示した (Fig. 2)。まず股関節が屈曲し、続いて足関節屈曲（背屈）、股関節伸展、膝関節伸展、足関節伸展（底屈）の順に関節運動が起こった。動作中における各関節の最

大屈曲角度については、股関節で  $131.6 \pm 7.4^\circ$ 、膝関節で  $93.5 \pm 3.5^\circ$ 、足関節で  $14.7 \pm 4.9^\circ$  であった (Table 2)。

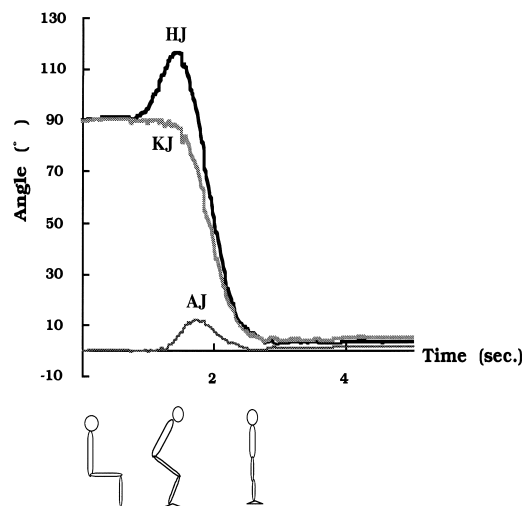


FIGURE 2. The changes of angles among three joints while rising from a chair.

HJ; Hip joint KJ; Knee joint AJ; Ankle joint.

TABLE 2. Peak flexion angles (deg) among three joints while rising from a chair.

Joint	Angle (deg)	Our	Burdett	Nuzik
Hip		$131.6 \pm 7.4$	$116 \pm 8.4$	135
Knee		$93.5 \pm 3.5$	$91.5 \pm 10$	95
Ankle		$14.7 \pm 4.9$	$17.9 \pm 4.1$	16

## (3) 運動力学的分析

椅子からの立ち上がり動作を床反力からみると、垂直成分床反力は動作時間の約35%前後の期間より急激に増加し、その後減少して体重レベルを下回ってから再び上昇して一定した。前後成分床反力は、動作開始後まず後方成分の力が働き、約35%の時期を境にして急激に前方成分の力が働いた (Fig. 3)。

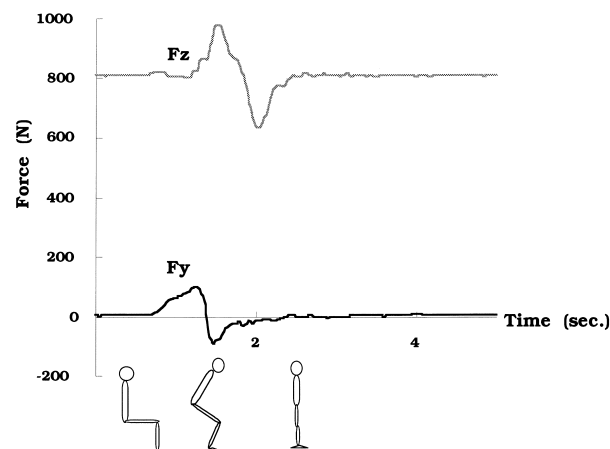


FIGURE 3. The changes of ground reaction forces while rising from a chair.

Fz; vertical force, Fy; antero-posterior force.

荷重中心軌跡については、動作開始後やや後方へ移動してから大きく前方へ移動し、その後安定するパターンを示した (Fig. 4)。総軌跡長は、 $700.09 \pm 74.46\text{mm}$ 、前後方向最大振幅は $392.23 \pm 33.10\text{mm}$ 、左右方向最大振幅は $43.58 \pm 11.52\text{mm}$ 、前後／左右比は $9.00 \pm 2.87$ であった (Table 3)。

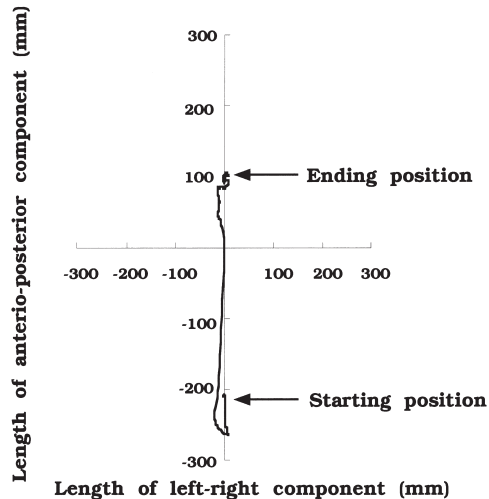


FIGURE 4. The changes of the COP while rising from a chair.

TABLE 3. COP data while rising from a chair.

	Our	Tashiro
LNG (mm)	$700.09 \pm 74.46$	$516.85 \pm 66.02$
MDX (mm)	$43.58 \pm 11.52$	
MDY (mm)	$392.32 \pm 33.10$	$323.36 \pm 41.89$
Y/X	$9.00 \pm 2.87$	

LNG; Length of path  
MDX; Maximum distance of left-right component  
MDY; Maximum distance of antero-posterior component  
Y/X; Ratio of distance in antero-posterior component (Y) and left-right component (X)

## 考 察

本研究結果について、先行研究と比較すると、Table 1, 2, 3に示すように、ほぼ同様な結果になった。しかしながら、股関節最大屈曲角度と荷重中心軌跡で若干の相違があった。Burdettら<sup>3)</sup>は、椅子の高さを43cmとし、足関節の位置などは特に規定しないで動作を行わせている。田代ら<sup>5)</sup>は椅子の高さを足底より腓骨頭までの高さ+5cmとし、また足の位置を開脚60°と規定している。これに対し、我々は椅子の高さを各被検者の下腿長とし、足関節角度は中間位で、開脚0°にして行った。つまりこれらの間には、測定方法の違いがある。椅子の高さ<sup>3,4)</sup>や足関節の位置<sup>6,7)</sup>により身体重心の移動距離が変化すると報告があることから、今回の結果の相違は実験方法によるものと考えられる。

椅子からの立ち上がり動作は、矢状面における関節角

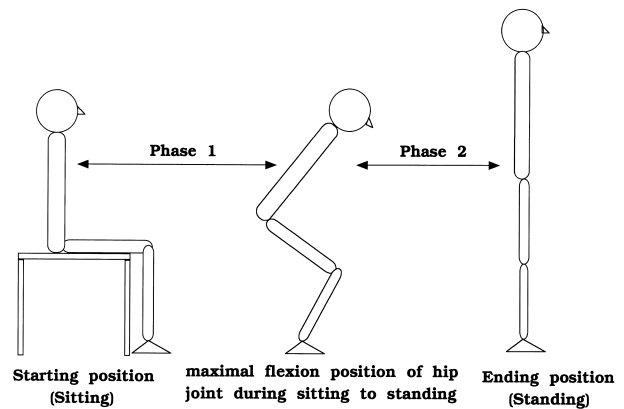


FIGURE 5. Definition of phases of rising from a chair.

度変化の特性から幾つかの相に分けられる<sup>1, 2, 8)</sup>。特に、体幹の動きに注目すると、Fig. 5に示すように2相に分けることができる<sup>1, 2)</sup>。これによると、第1相は動作開始から35%の期間にあたり、身体各関節を屈曲する相とし、第2相は身体各関節が伸展する相と定義している。本研究においても、これに基づいて2相に分けてみると、動作開始から35%の期間は股および足関節が屈曲し、第2相では股、膝、足関節の運動は伸展方向が主であった。

今回の研究結果で興味のあることは、矢状面での関節角度変化から求めた特性点が、床反力および荷重中心軌跡でも特徴のある時期であったことである (Fig. 6)。つまり、床反力でみるとこの時期は垂直成分床反力が最大値に達し、かつ後方成分から前方成分床反力に急激に

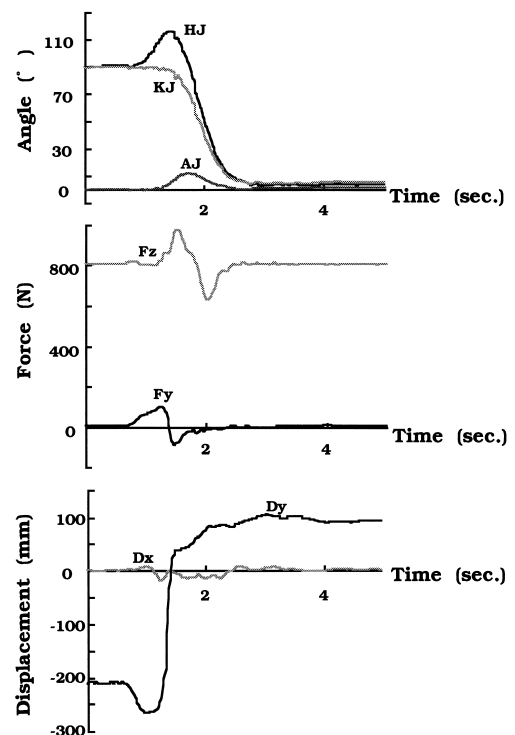


FIGURE 6. The relationships of joint angles, ground reaction forces, and displacements of the COP while rising from a chair. HJ;hip joint, KJ;Knee joint, AJ;Ankle joint, Fz;vertical force, Fy;anterio-posterior force, Dy;anterio-posterior displacement of the COP, Dx;left-right displacement of the COP.

変化する時期とほぼ一致した。また荷重中心軌跡でみると、荷重中心が最大に前方移動する時期でもあった。このことから、第1相は、身体を屈曲させて立位姿勢における新たな足部支持基底面に身体重心を前方移動させる期間であり、床反力では後方成分の力が働く局面になる。また第2相は、足部支持基底面内でバランスを保ちながら身体を伸展させて身体重心を上方へ移動する期間となり、床反力では前上方成分の力が働く局面と解釈できる。そして、椅子からの立ち上がり動作は、これら2つの局面が組み合わさった複合動作であると考えられる。

以上の結果をふまえると、椅子からの立ち上がり動作獲得のためには、まず身体を屈曲させて身体重心を支持基底面内に移動してから、立ち上がらせる必要があることが示唆された。

今回提示した定性的・定量的データは、理学療法領域における評価・治療場面で基礎資料として有用である。今後は、筋の働きの上から身体運動を分析し、さらなる動作の分析統合を図っていきたいと考える。

#### 謝 辞

この研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の援助を受けて行われたものである。記して感謝する。

#### 文 献

1) Nuzik S, Lamb R, Vansant A et al : Sit-to-Stand

movement pattern. A kinematic study. Phys Ther 66 : 1708-1713, 1986

- 2) Alexander NB, Schultz AB, Warwick DN : Rising from a chair : Effects of age and functional ability on performance biomechanics. J Geront 46 : M91-M98, 1991
- 3) Burdett RG, Habasevich R, Pisciotto J et al : Biomechanical comparison of rising from two types of chairs. Phys Ther 65 : 1177-1183, 1985
- 4) Arborelius UP, Wretenberg P, Lindberg F : The effects of armrests and high seat heights on lower-limb joint load and muscular activity during sitting and rising. Ergonomics 35, 1377-1391, 1992
- 5) 田代勝範, 仲沢 仁, 内 昌之ほか : 立ち上がり動作における足底圧中心位置の観察. 運動生理 6, 75-79, 1991
- 6) Wheeler J, Woodward C, Ucovich RL et al : Rising from a chair. Phys Ther 65, 22-26, 1985
- 7) 敦賀健志, 井野秀一, 佐藤満ほか : 移乗介助機器の設計を目的とした立ち上がり動作パターンの解析. 第17回バイオメカニズム学会誌, 1996, 印刷中
- 8) Schenkman M, Berger RA, Riley PO et al : Whole-Body movements during rising to standing from sitting. Phys Ther 70, 638-648, 1990

## Kinematic and Kinetic Analyses of Rising from a Chair

Satoru KOJIMA<sup>1</sup>, Toshiaki TANAKA<sup>1</sup>, Nobuya HASHIMOTO<sup>1</sup>, Hidekatsu TAKEDA<sup>1</sup>,  
Yasuhiro NAKAJIMA<sup>2</sup>

Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University<sup>1</sup>  
Hokkaido Industrial Research Institute<sup>2</sup>

### Abstract

The purpose of this study was to analyze the motion of rising from a chair in 10 healthy subjects. The angles among three joints (hip, knee, and ankle) were measured by using a 3D motion analyzer. Moreover, analyses of the center of pressure (COP) and ground reaction forces were carried out using a force plate. There were two biomechanical requirements for rising from a chair. One was to transfer the COG horizontally within the foot support area by flexing the body segments. The other was to move the COG vertically over the foot support area by extending the body segments. These results can be applied to appropriate therapeutic techniques.

Key words : Chair rise, Kinematics, Kinetics